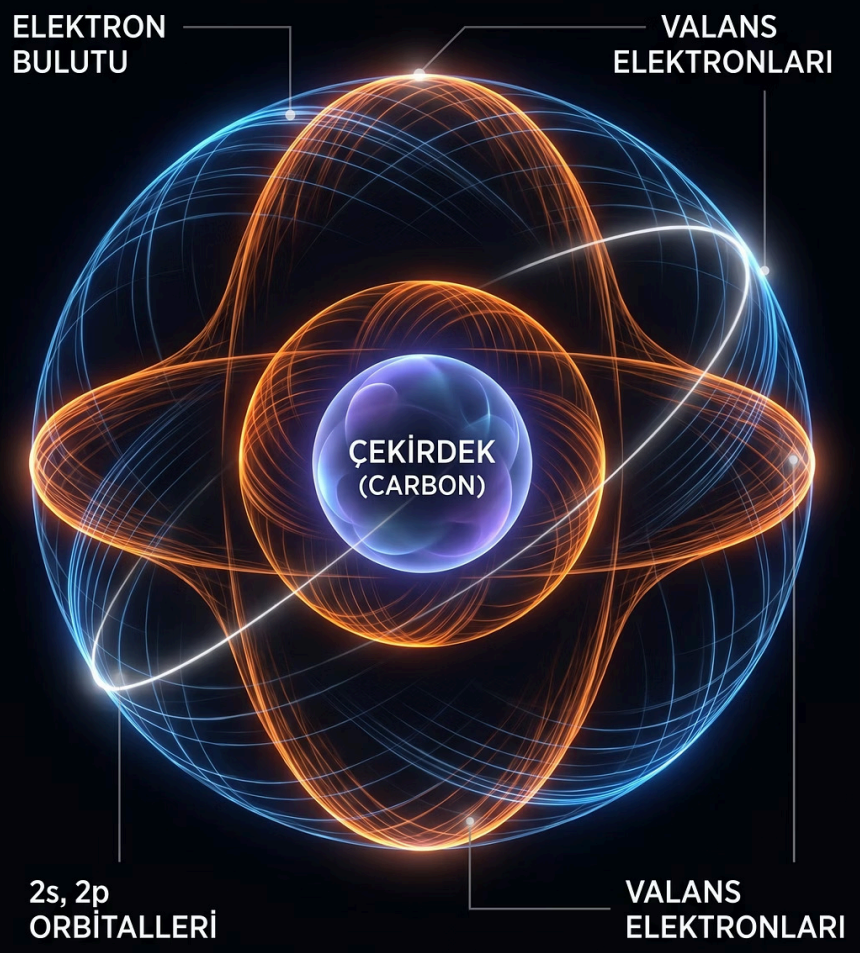


Alkenlerin Kararlılığı

Atomik Orbital Etkileşimlerinden Biyolojik Sistemlerin İnşasına

DERS SUNUMU | TERADİGMA

Neden Karbon Bu Kadar Özel?

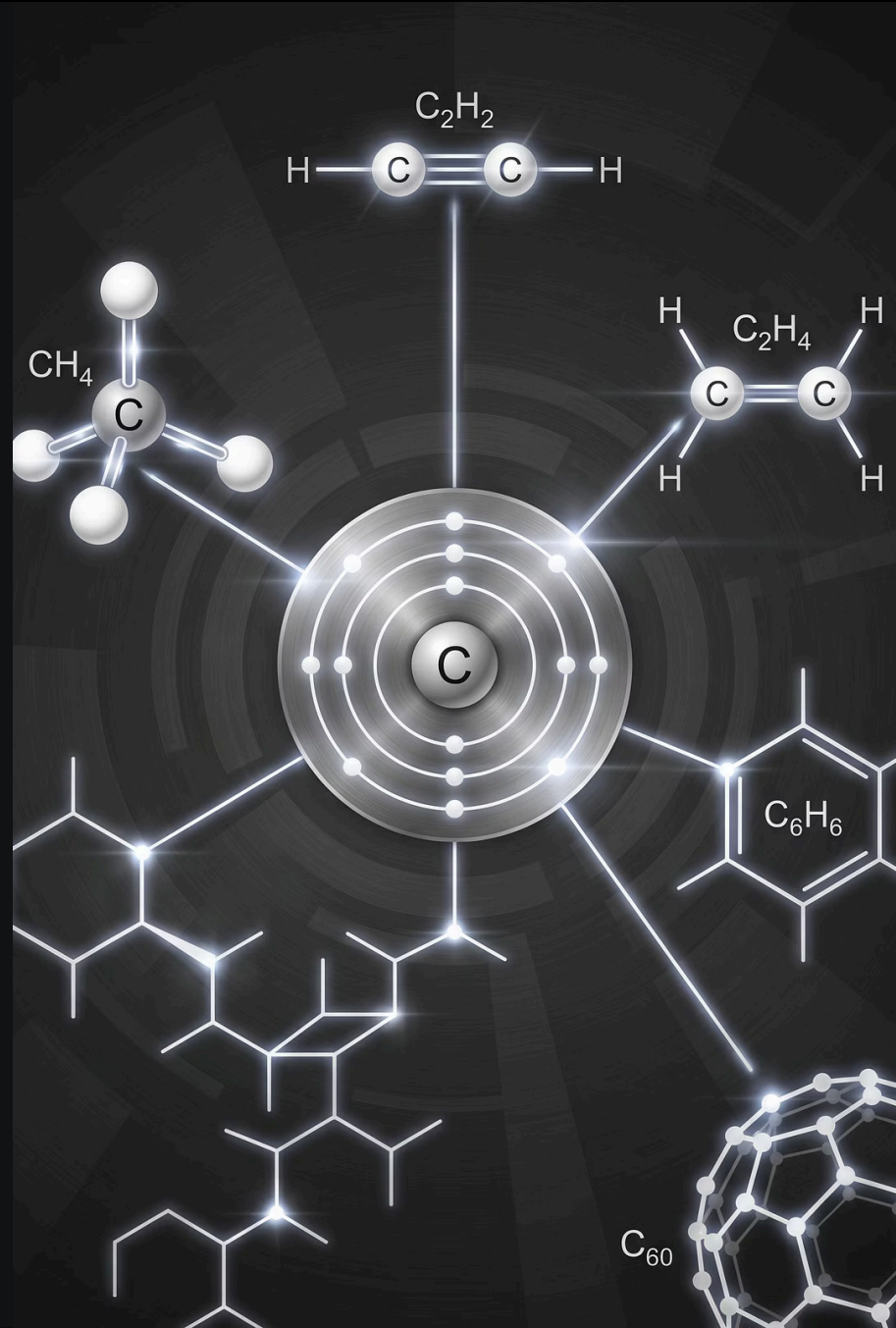
Karbon atomu, organik kimyanın ve bildiğimiz anlamda yaşamın omurgasını oluşturacak şekilde donatılmıştır.

Elektronik Çeşitlilik

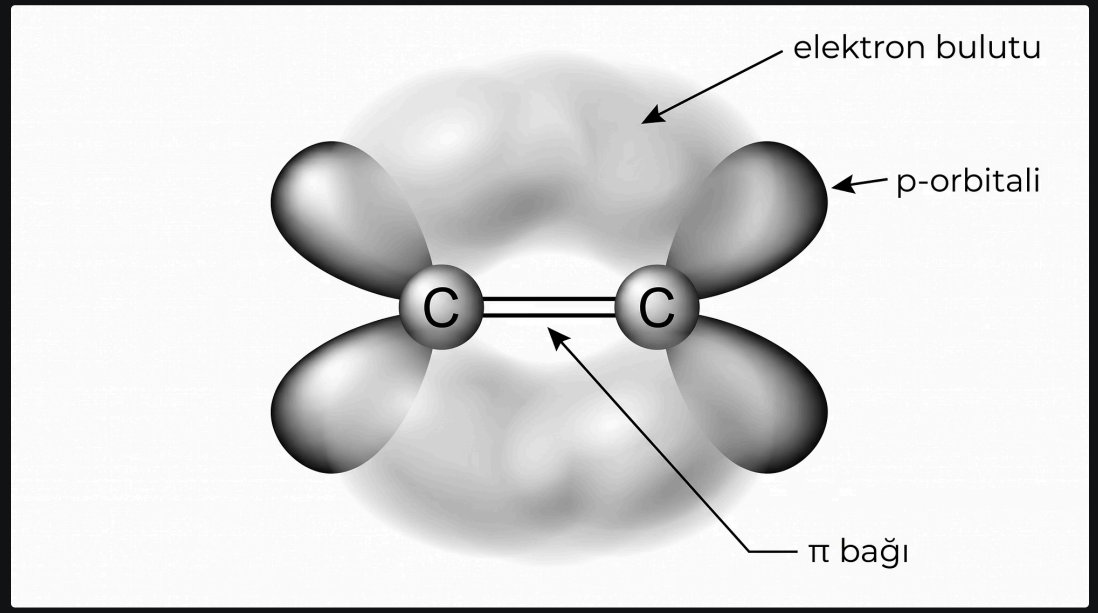
Diğer karbon atomlarıyla ve farklı elementlerle çeşitli bağlar kurabilmesi için gerekli elektronik yapıyla tasarlanmıştır. Bu çeşitlilik, moleküler dünyada sonsuz bir kombinasyon zenginliğine kapı aralar.

Çift Bağın Önemi

Bu zenginliğin en kritik ve dinamik formu: karbon-karbon **çift bağı (C=C)** içeren alkenlerdir.



Alken Nedir, Neden Önemlidir?



Alkenler, doymuş hidrokarbonlar olan alkanlardan farklı olarak pi (π) bağı elektronları barındırır.

Yüksek Enerji

Pi bağı sayesinde daha yüksek bir enerji seviyesinde bulunurlar.

Reaktivite

Kimyasal dönüşümlere daha açıktırlar.

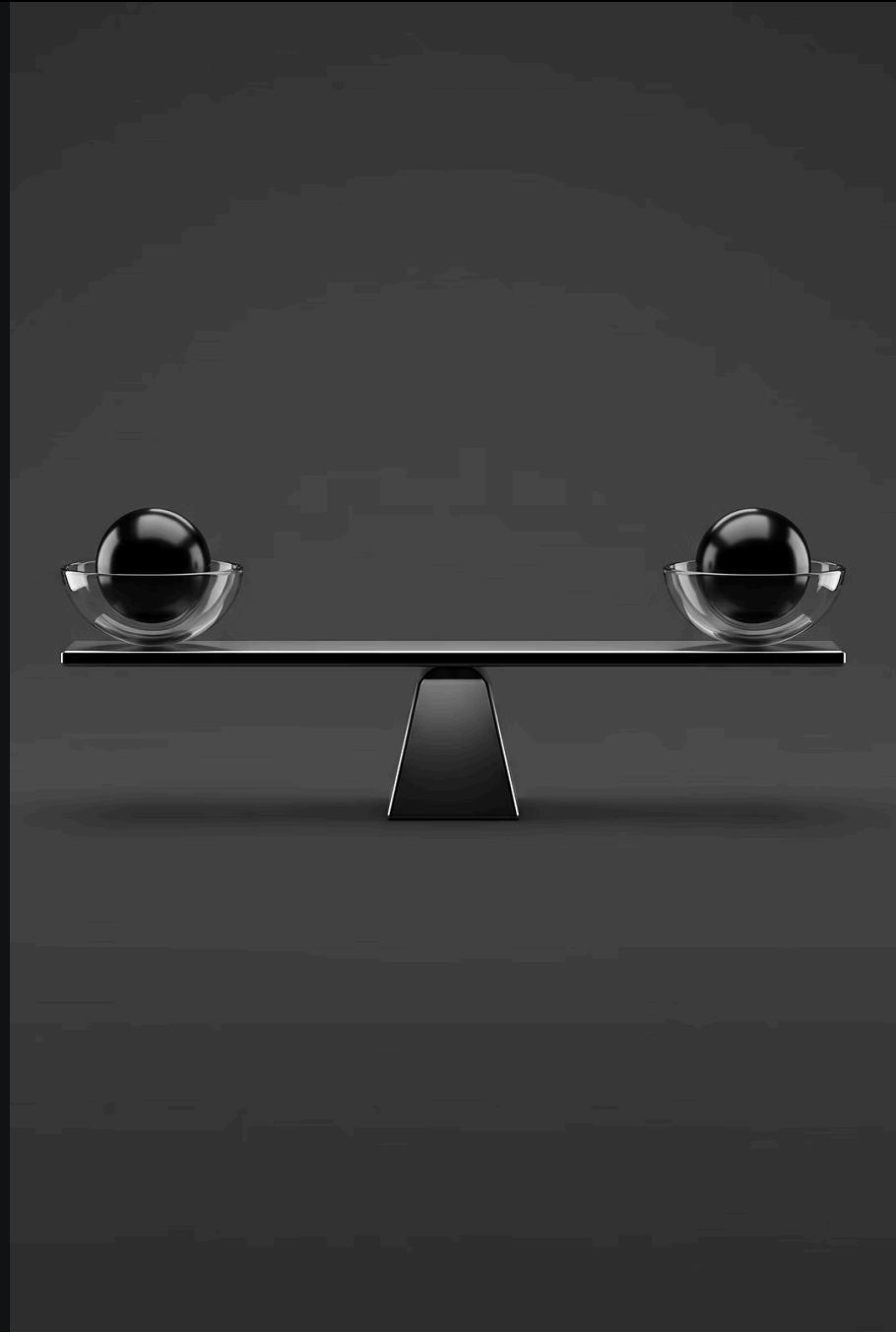
Hassas Denge

Bu reaktivite belirli kurallar dahilinde işleyen hassas bir denge üzerine kurulmuştur.

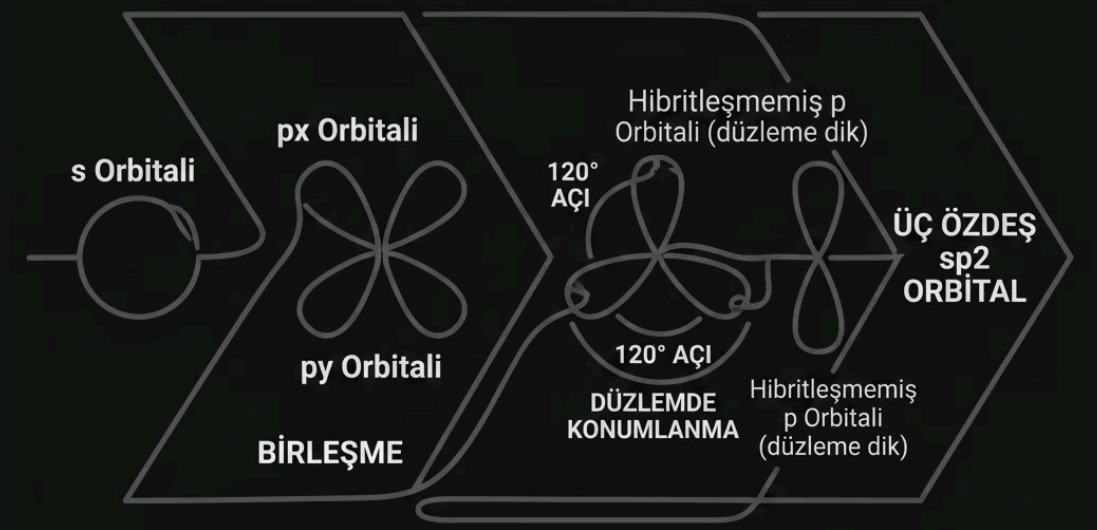
Kararlılık Ne Demektir?

> Bir molekülün kararlılığı, sahip olduğu potansiyel enerjinin düşüklüğüyle doğru orantılıdır.

Düşük enerjili sistemler dış etkilere karşı daha dirençlidir. Alkenler ise aynı anda hem rijit (sert) hem esnek bir yapı sergiler — bu ikili doğa, özel bir atomik düzenlemenin sonucudur.



sp^2 Hibritleşmesi: Karışımdan Yeni Bir Yapı



sp2 hibrit orbital oluşumu: bir s orbitali ve iki p orbitali birleşerek üç özdeş sp2 orbital oluşturur, 120 derece açıyla düzlemde konumlanır, hibritleşmemiş p orbitali düzleme dik durur.

Alkenlerdeki çift bağın oluşumu için karbon atomları **sp^2 hibritleşmesi** adı verilen bir süreçten geçirilir.

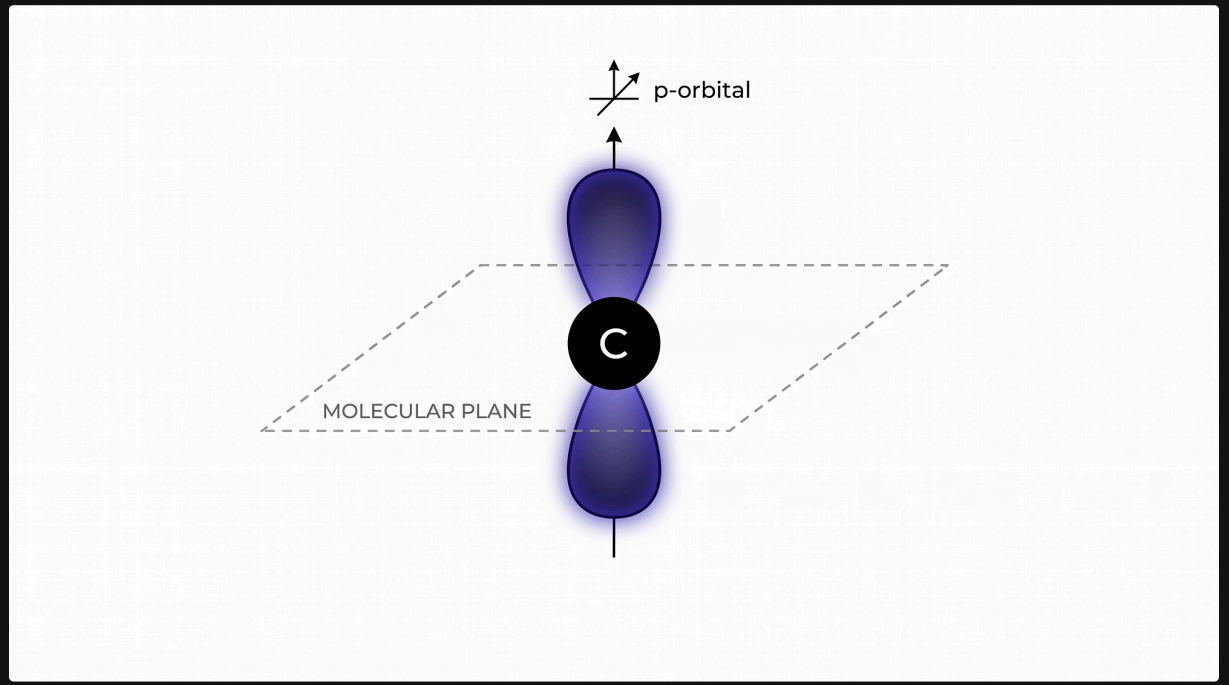
- Bir s orbitali ile iki p orbitali harmanlanarak üç özdeş orbital elde edilir
- Bu üç orbital aynı düzlemde, aralarında yaklaşık 120 derece açıyla konumlanır
- Kırmızı ve iki mavi sıvıyı karıştırınca üç kap dolusu mor sıvı elde edersiniz — renklerin birleşmesiyle yepyeni bir yapı ortaya çıkar

Hibritleşmeye Katılmayan Orbital

Karışıma girmeyen üçüncü p orbitali bu düzleme dik olarak, saflığını koruyarak konumlandırılır.

- Bu orbital, çift bağın ikinci bileşenini (pi bağını) oluşturacak şekilde hazır tutulur
- Düzleme dik duruşu, pi bağının yapısı için zorunlu bir geometrik gerekliliktir

Hibritleşmemiş p orbitali, sp^2 düzlemine tam dik açıyla konumlanır ve pi bağının oluşumu için kritik öneme sahiptir.



Çift Bağın İlk Katmanı: Sigma Bağı

İki karbon atomu birbirine yaklaşırken bağ oluşumu iki aşamalı bir kenetlenmeyle gerçekleşir. Birinci aşama sigma bağıdır.

Uç Uca Örtüşme

İki karbon atomunun hibrit orbitallerinin çekirdekler arası eksen boyunca **uç uca** örtüşmesiyle kurulur.

El Sıkışma Metaforu

İki insanın el sıkışmasına benzetilebilir — güçlüdür, doğrudandır ve atomları birbirine sıkıca bağlar.

Çift Bağın İkinci Katmanı: Pi Bağı

Pi bağı, sigma bağının üzerine eklenen ikinci kenetlenme katmanıdır.

- Düzleme dik duran hibritleşmemiş p orbitallerinin **yan yana** örtüşmesiyle oluşur
- El sıkışan iki insanın aynı anda diğer elleriyle omuz omuza vermesi gibi düşünebilirsiniz
- Elektron yoğunluğu molekül düzleminin altında ve üstünde iki bölge halinde dağıtılır

Dönme Engeli: Pi Bağının Kilidi

Pi bağının varlığı, karbon-karbon bağı etrafındaki serbest dönmeyi kilitler.

01

Dönme Girişimi

Bağın dönmesi için p orbitallerinin paralelliğinin bozulması, yani pi bağının kırılması gerekir.

02

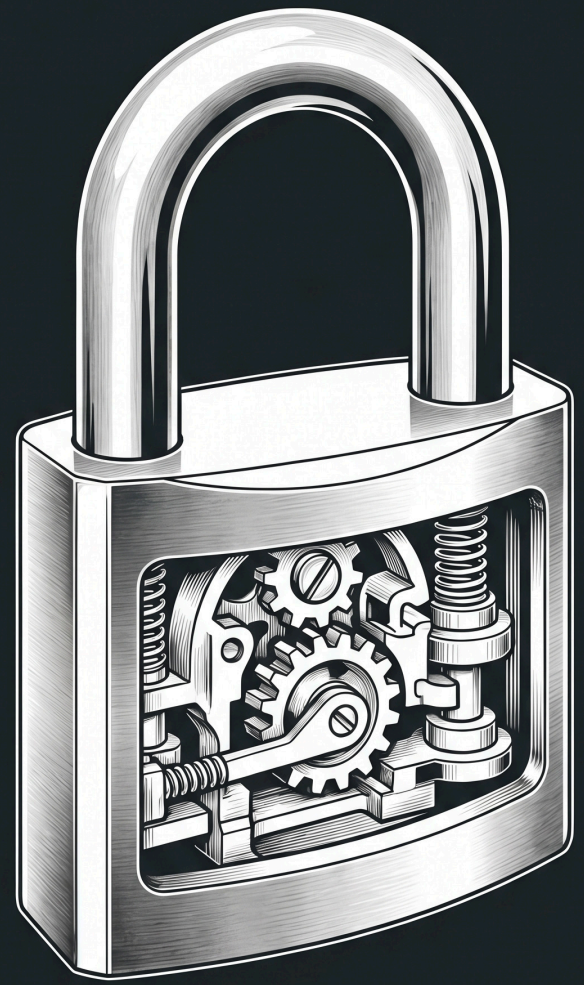
Yüksek Enerji Engeli

Bu işlem çok yüksek enerji gerektirdiğinden bağ sabit kalır.

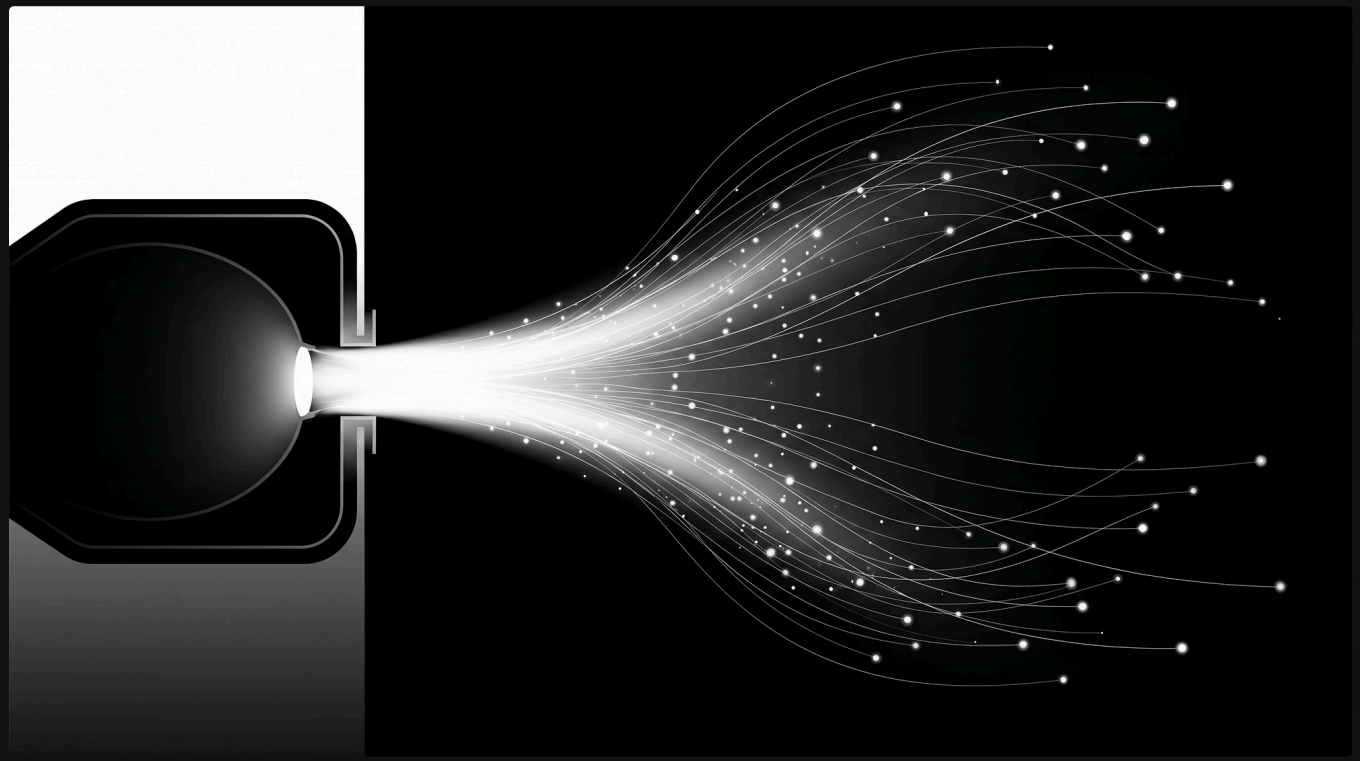
03

Biyolojik Önemi

Bu kilit mekanizması, biyolojik sistemlerde görev üstlenecek moleküllerin sabit bir geometride tutulmasını temin eder.



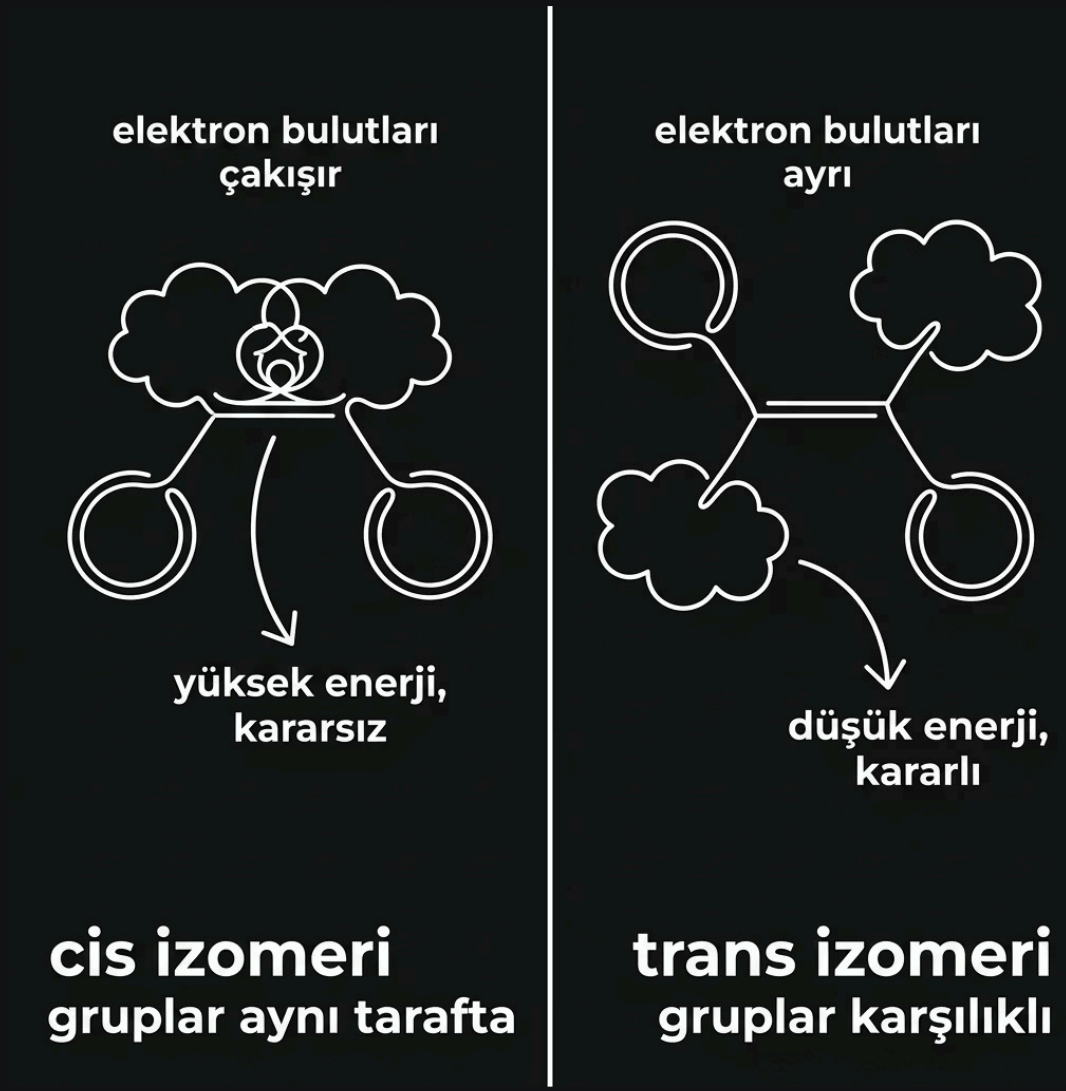
Hiperkonjugasyon: Elektronların Destek Mekanizması



Çift bağa komşu gruplardaki bağ elektronları, çift bağın boş alanına doğru kısmi bir akış gerçekleştirir.

- Sıkışmış gaz, yan taraftaki geniş odaya kapı aralanınca yayılır ve rahatlar
- Elektronların hareket alanı genişledikçe kinetik enerjileri düşer, molekül daha kararlı hale gelir
- Yan grup sayısı arttıkça bu desteği sağlayan bağ sayısı da artar ve kararlılık yükselir

Pauli İtmesi: Maddenin Sınırı



Kuantum dünyasında iki elektron aynı anda aynı uzay bölgesini ve aynı enerji durumunu işgal edemez — bu **Pauli Dışlama İlkesi**'dir.

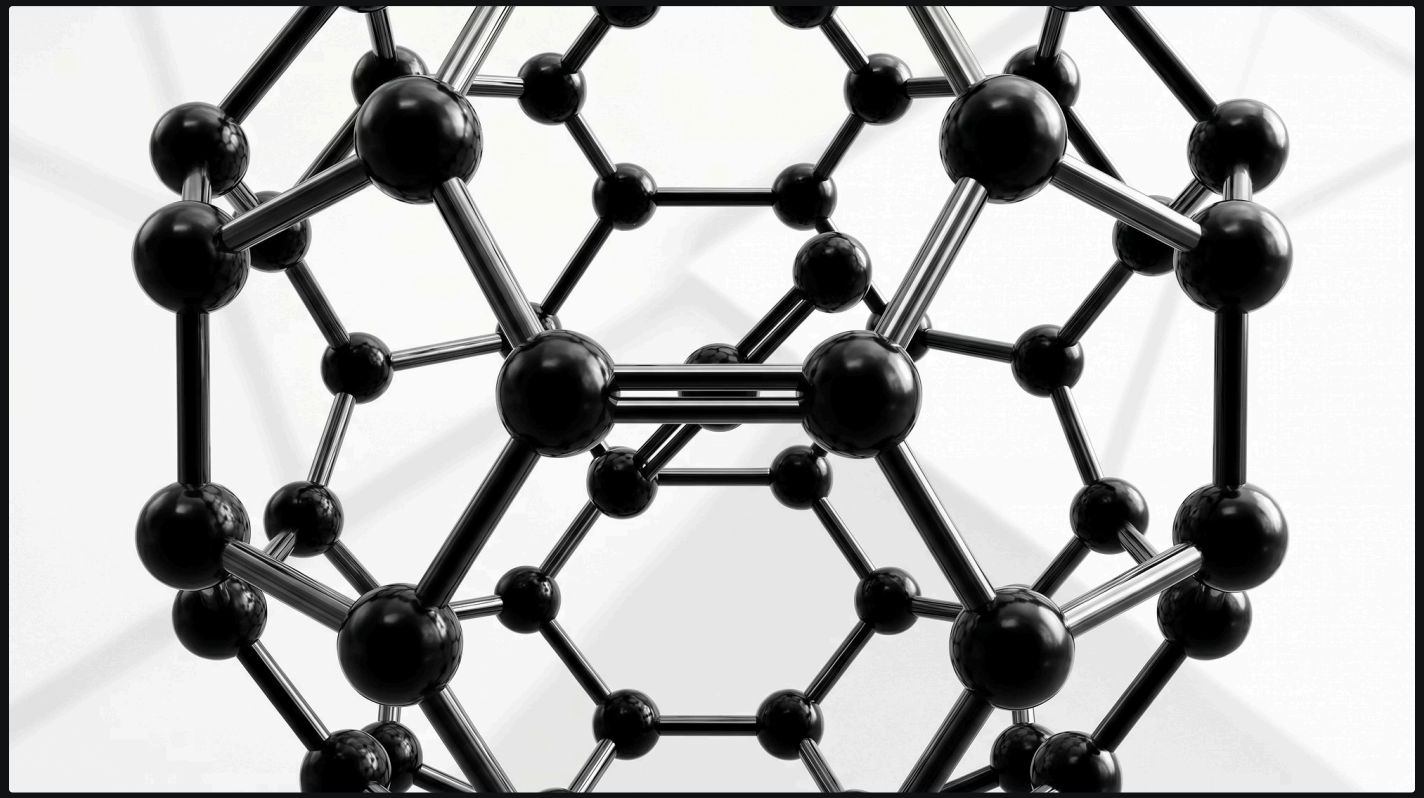
- Grupların çift bağın aynı tarafında olması (cis izomeri), elektron bulutlarının birbirinin alanına girmesine yol açar
- Bu durumdan kaçınmak için molekül daha yüksek bir enerji seviyesine tırmanmak zorunda kalır
- Grupların karşılıklı konumlanması (trans izomeri) bu itmeyi en aza indirerek kararlılık sağlar

Pauli İtmesi Günlük Hayatta

> Duvara dokunduğunuzda eliniz duvarın içinden geçmez. Bunun sebebi de tam olarak Pauli itme kuvvetidir — madde, maddeye direnç gösterir.

Katı cisimlerin iç içe geçmemesi, bu kuantum kuralının makro ölçekteki yansımasıdır.

Anti-Bredt Olefinler: "İmkansız" Moleküller



Bilim dünyası uzun yıllar boyunca belirli kafesli moleküllerde çift bağ bulunamayacağını savundu (Bredt Kuralı).

2024 Keşfi

Bu "imkansız" moleküllerin (anti-Bredt olefinler) sentezlenebildiği ortaya kondu.

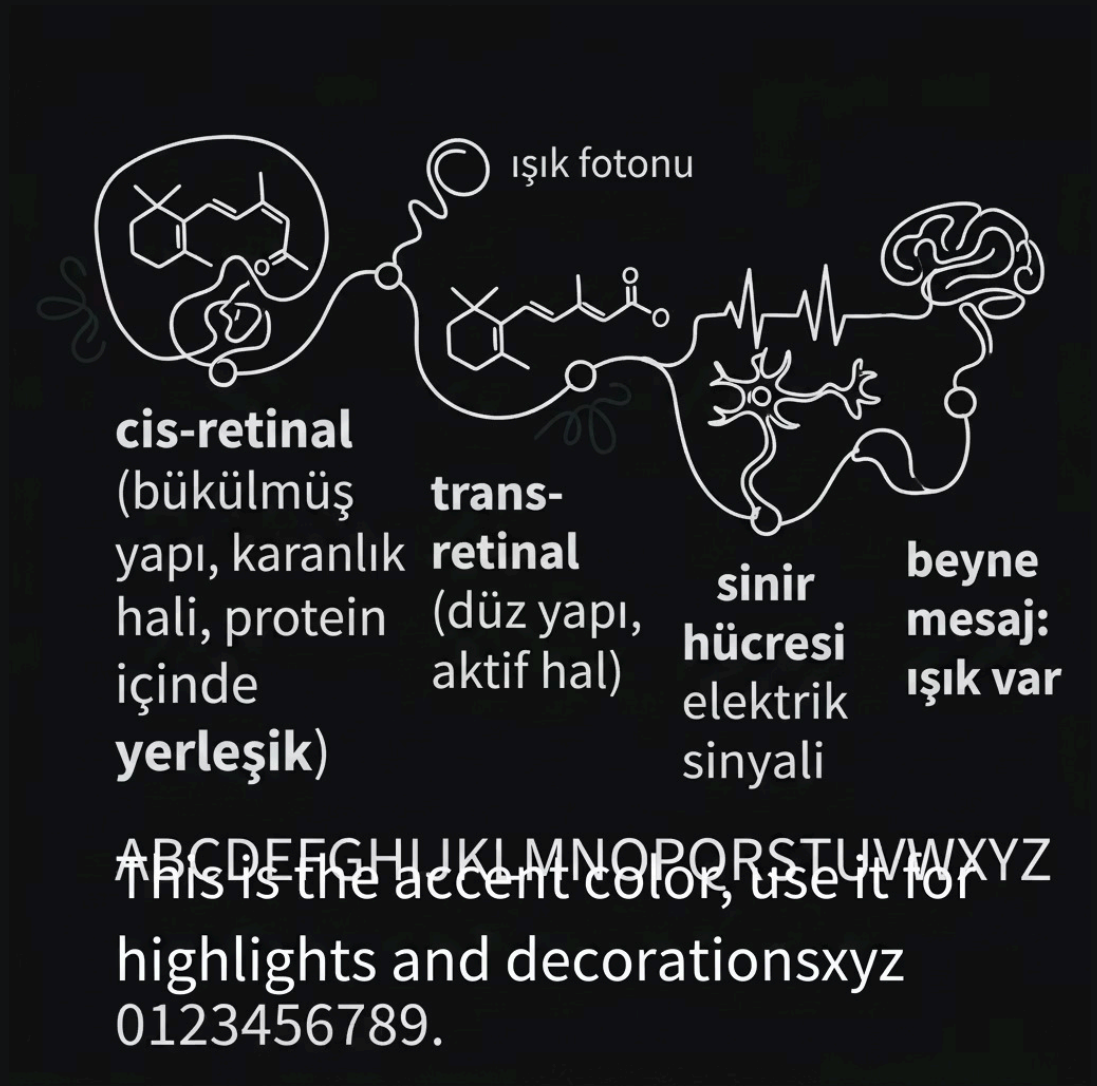
Gergin Yapı

Geometrik olarak bükülmüş ve gergin olmalarına rağmen belirli koşullar altında varlıklarını sürdürebildikleri görüldü.

Maddenin Esnekliği

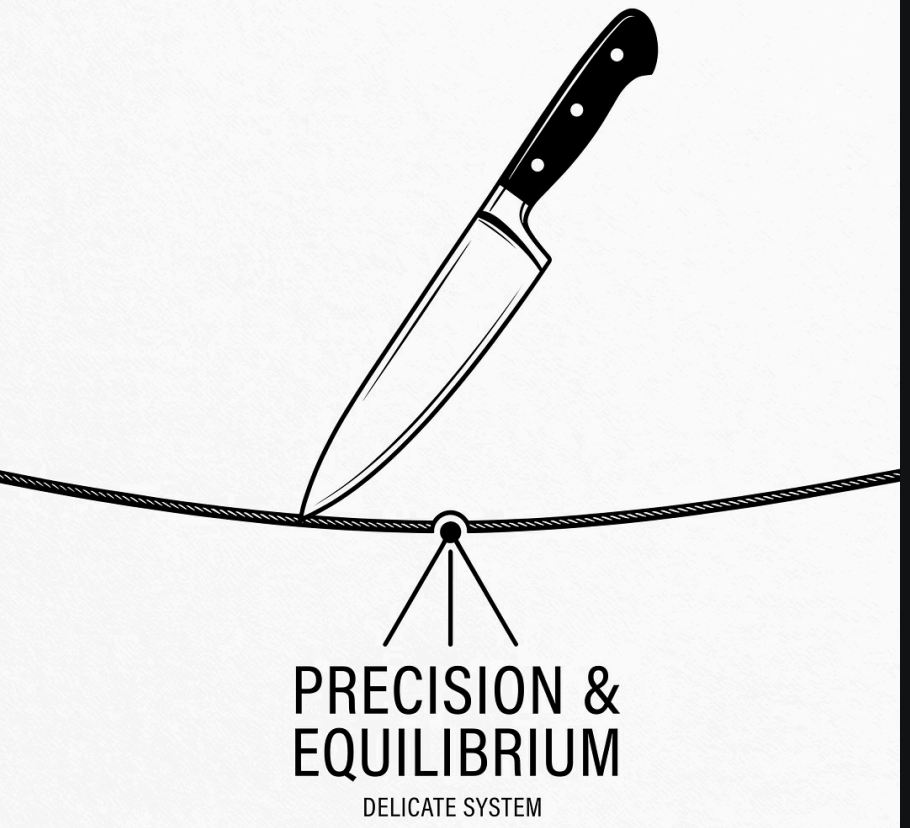
Bu keşif, maddenin bizim teorik sınırlarımızın ötesinde bir esneklikte donatıldığını kanıtladı.

Retinal: Görmeyi Başlatan Molekül



Gözümüzün retina tabakasındaki ışık algılayıcı proteinlerin içinde **retinal** adlı bir molekül yer alır.

- Bu molekül belirli bir noktasından bükülmüş (cis) bir yapıya sahip olacak şekilde yerleştirilmiştir
- Işık çarptığında saniyenin trilyonda biri gibi bir sürede düzleşerek (trans) formuna dönüşür
- Bu mekanik hareket, sinir hücrelerinde elektrik sinyali başlatarak beyne "ışık var" mesajını iletir



Retinal Sistemi: Bıçak Sırtı Dengesi

Bu sistemde çift bağın dönme bariyeri tam olması gereken seviyede ayarlanmıştır.

Bariyer Çok Düşük Olsaydı

Vücut ısısı karanlıkta bile bağı döndürür, göz sürekli sahte sinyal üretirdi.

Bariyer Çok Yüksek Olsaydı

Görünür ışık bu bağı kırmaya yetmez, ışık gelse de görme gerçekleşmezdi.

Mükemmel Denge

Sistem tam da görünür ışığa duyarlı, vücut ısısına dirençli bir denge noktasında kurulmuştur.

Hücre Zarı: Donmaktan Koruyan Bükülme

Hücre zarındaki yağ asitlerine yerleştirilen çift bağlar, zincirde kalıcı bir **bükülme (dirsek)** oluşturur.

- Düz zincirli yağlar birbirine sıkıca paketlenerek katılaşır — tereyağı gibi
- Bükülmüş moleküller ise birbirine yakın paketlenemez; aralarındaki boşluklar zarın akışkan kalmasını sağlar
- Tıpkı şekli bozuk tuğlaların üst üste düzgün dizilememesi gibi

Soğuğa Uyum: Dinamik Bir Ayar

Kutup bölgelerinde yaşayan balıklar ve bitkiler hava soğudukça hücre zarlarındaki bükülmüş molekül oranını artırır.

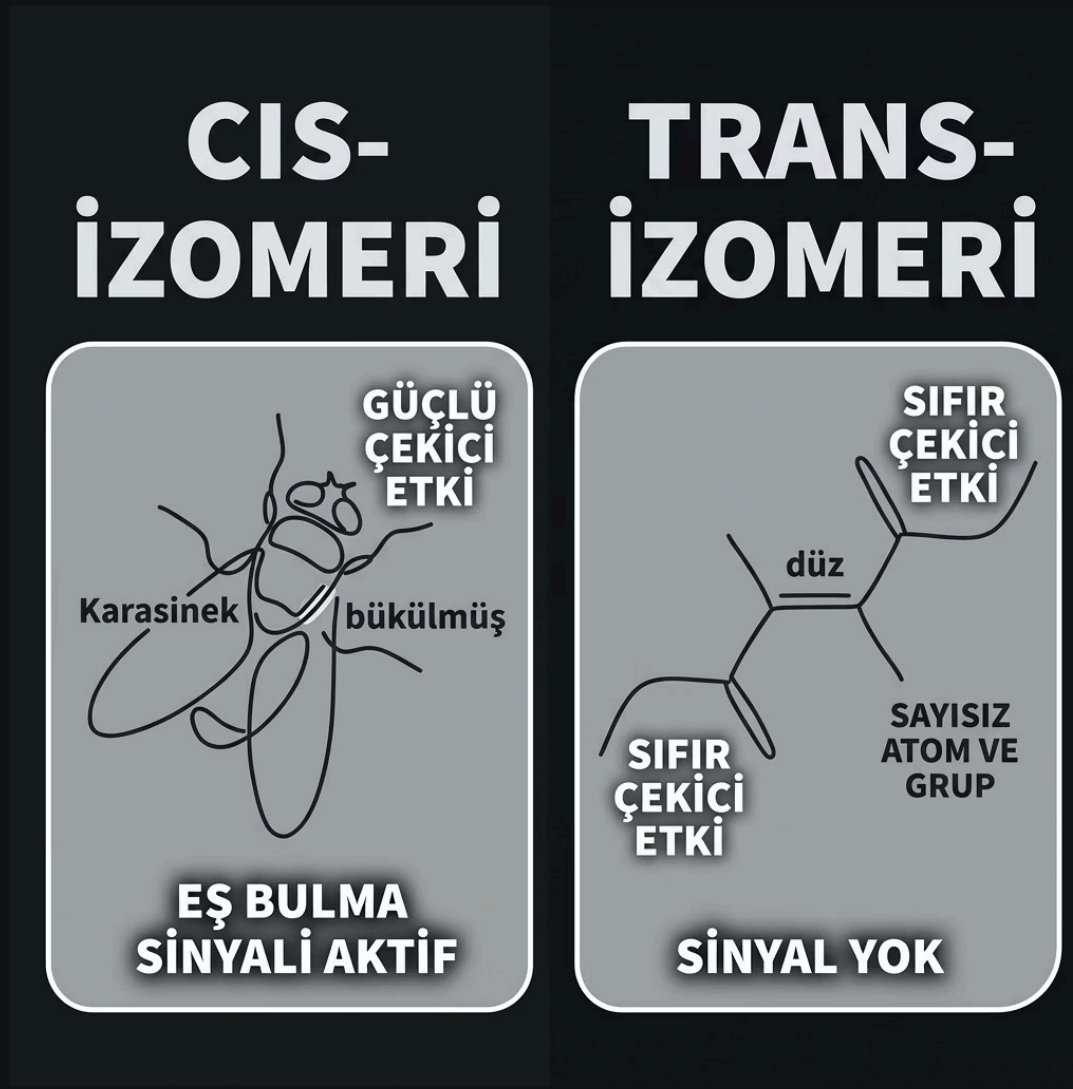
Yüksek Enerjinin Tercihi

Bu sayede normalde daha "kararsız" sayılan ve yüksek enerjili yapı, hayatın devamlılığı için tercih edilmiş olur.

Maksimum Fonksiyon

Biyolojik sistemlerdeki önceliğin yalnızca minimum enerji değil, maksimum fonksiyon olduğu görülmektedir.

Feromonlar: Kimyasal Bir Mesaj



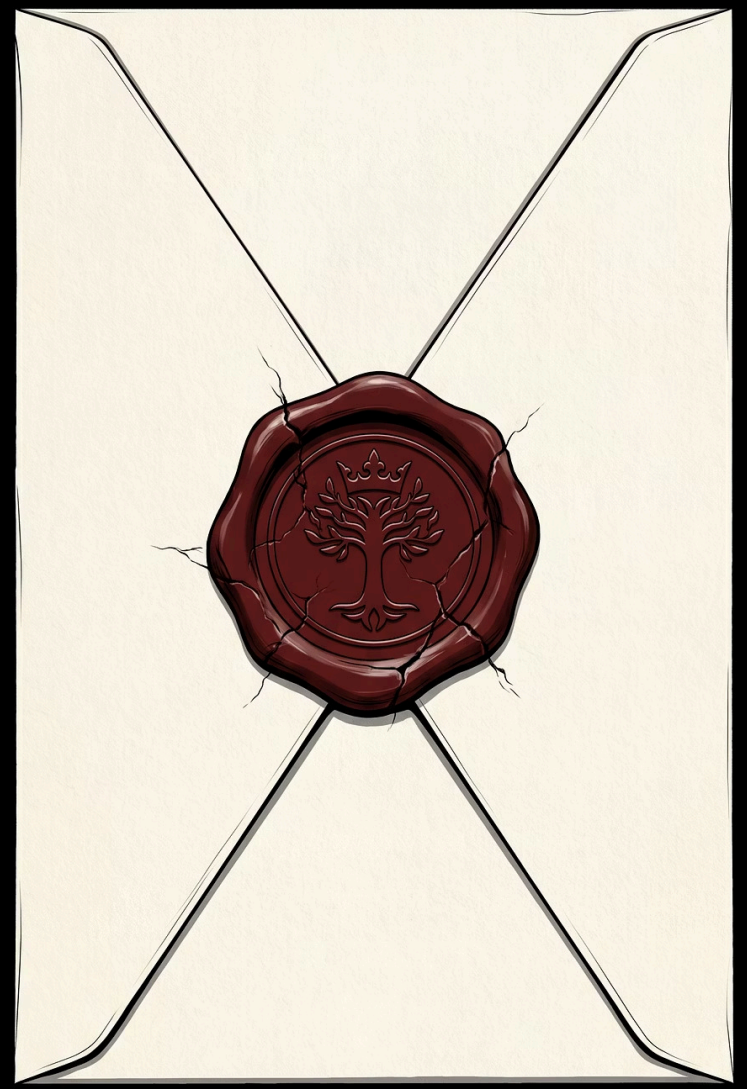
Karasinekler eşlerini bulmak için belirli bir alken molekülü salgılar.

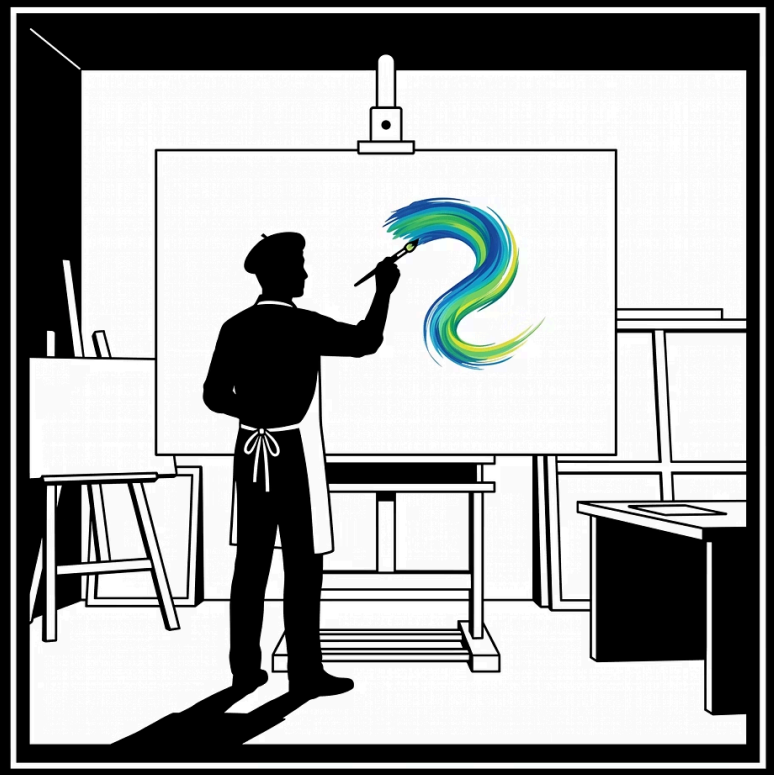
- Bu molekülün ayırt edici özelliği, belirli bir karbonundaki bükülmüş (cis) geometrisidir
- Aynı atomlara sahip olan düz (trans) izomerin sinekler üzerinde hiçbir çekici etkisi yoktur
- Alkenlerin geometrik kararlılığı burada bir "bilgi taşıyıcı" olarak işlev görür

Feromonun Geometrisi Neden Bu Kadar Kritik?

> Eğer havada uçarken bükülmüş molekül kendiliğinden düzleşseydi, sinyal bozulur ve iletişim kopardı.

Molekülün sert ve değişmez yapısı, gönderilen mesajın bozulmadan alıcıya ulaşmasını temin eden bir **mühür** gibi görev görür.





Hammadde ve Sanat: Bir Sentez

Alkenlerin kimyasal özellikleri, yaşamın inşası için mükemmel birer hammadde olacak şekilde tanzim edilmiştir.

Nasıl Sorusu

Orbital örtüşmeleri, Pauli itmesi ve termodinamik yasalar bize alkenlerin **nasıl** kararlı olduğunu açıklar.

Niçin Sorusu

Ancak bu aynı özelliklerin; ışığı yakalayan bir gözün, donmayan bir hücre zarının ve kilometrelerce ötedeki eşi bulan bir kimyasal sinyalin inşasında kullanılması **niçin** sorusunu gündeme getirir.

Ressam ve Boya

Kaliteli boya tablodaki sanatın kaynağı değildir; sanat, boyayı kullanan ressamın elindedir.